[新能源汽车]

新能源汽车充电设施项目设计研究

文/广州市电力工程设计院有限公司　袁子康

现阶段，绿色环保得到了各行各业的重视，国家立足于此契机大力倡导绿色低碳的交通出行方式，进而推动了新能源汽车行业的良好发展。在新能源汽车发展过程中，相应的充电设施项目设计至关重要。

随着新能源汽车的发展和普及，充电设施建设得到了社会各界人士的关注。因此，要想推动新能源汽车实现更好的发展，关键点之一就是创新与完善相关充电配套设施，促进新能源汽车服务水平和质量的提高。同时，还应扩大新能源汽车充电设施建设范围，最终推动新能源汽车走向良性、可持续发展道路。

新能源汽车充电桩构建现状分析

随着温室效应、臭氧层稀薄以及自然灾害等情况的逐渐恶化，产生了较为严重的环境问题。为了能够降低环境污染，转变生态环境，各国均在大力开展绿色发展战略。其中，新能源电动汽车的研发，属于减少污染源排放、降低非可再生能源消耗的主要方式。建立充电设施，制定相关标准等，逐渐演变成了社会关注的重点。

1. 国外现状

美国新能源汽车数量处在全球前列，有关技术和充电设施建设也在世界领先的位置。为了能够促进电动汽车与充电设施的发展，美国制定了许多策略，如将智能电网作为基础，对充电设施进行布局，同时向企业构建充电桩提供鼓励和引导。并且，在充电桩建设方面，除了联邦政府补贴之外，各个州也根据自身实际状况制定了相应的补助政策，充电设施建设速度加快。

日本也属于汽车大国，2010年就提出了新能源汽车的发展战略，十分重视电动汽车和充电桩等的建设。2015年完成了预计2020年完成的目标，构建了近6 000个快速充电桩，16 000余个普通充电桩。

2. 国内现状

近年来，我国加强了对电动汽车充电设施的构建，并制定了一系列的新政策，为电动汽车的发展夯实了基础，促进了充电设施的建设。截至2020年12月，我国公共充电桩数量已达80.7万个，处于全球领先水平。为了进一步推动我国电动汽车以及充电设施的发展，政府制定了多项政策规范引导，加速了充电设施建设步伐。充电标准、充电接口、充电桩和电动汽车的通信协议标准等的制定，更是为充电设施的普及奠定了坚实基础。

新能源汽车充电设施项目设计案例分析

1. 总体说明

根据与南沙区交通局签订的建设协议、车辆安排信息以及与五家公交集团协定的充电服务费价格，各站场充电桩需求条件见表1。

2. 各站场项目设计介绍

（1）蕉门公交站场

蕉门公交站场计划安装1 600 kV·A箱式变压器3台，新安装240 kW充电桩（1桩2枪）17个，总计4 080 kW。根据公交公司提供的车辆停场信息，本场站计划供80台纯电动公交车夜间进行充电，白天补电车辆数124台。本工程静态总投资为888.16万元，平均投资2.18元/W（含雨棚、照明和监控）。

表1　各站场充电桩需求条件

序号	公交站场名称	建设容量/kW	建设规模/kW	预计夜间停放车辆	预计白天补电车辆	充电服务费
1	蕉门公交站	4 080	17×240	80	124	0.58元/（kW·h）谷段，0.43元/（kW·h）平段和峰段
2	黄阁公交站	3 840	16×240	96	147	
3	南沙客运站	1 920	16×120	74	33	
4	万顷沙公交站	580	6×60+1×240	8	37	
5	新垦公交站	1 200	4×240+2×120	32	38	
6	凯德新玥	480	2×240	0	45	
合计		12 100	40×240+18×120+6×60	290	424	

图1为蕉门公交车总站充电桩布置平面图。蕉门地铁公交站，使用中的站场最多可配置17台240 kW充电桩（1桩2枪）。新建箱式高压室1座；新建1 600 kV箱式变压器3座；新建配电箱17个；新建240 kW充电桩17个；新建充电桩总容量为4 080 kW。本项工程新建ZRC-YJV22-0.6/1 kV-4×240 mm^2+1×120 mm^{2}电缆共1 072m。本工程新建电缆通道、新建箱式变压器、新建箱式高压室和（1#~9#）新建充电桩均在用电红线范围内。（10#~17#）新建充电桩在红线范围外。

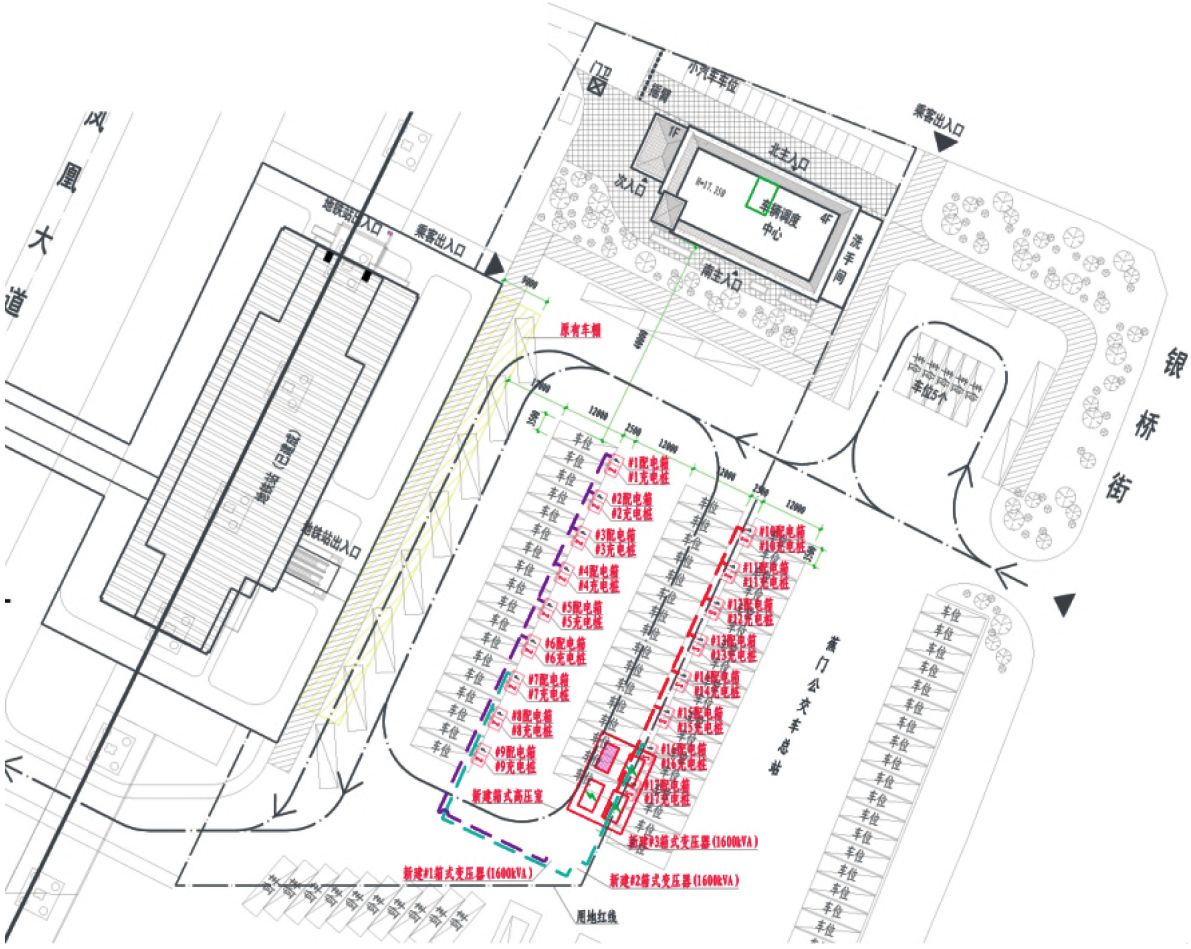

图1　蕉门公交车站充电桩布置平面图

（2）黄阁公交站场项目

黄阁公交站场计划安装2 000 kV·A箱式变压器2台，新安装240 kW充电桩（1桩2枪）16台，总计3 840 kW。本场站计划供136台纯电动公交车夜间进行充电，白天补电车辆数147台。本工程静态总投资为824万元，平均投资2.14元/W（含雨棚、照

明和监控）。

（3）南沙客运站公交充电项目

广州南沙客运站计划安装2 000 kV·A箱式变压器1台，新安装落地式直流充电桩（120 kW）16台，总计1 920 kW。根据公交公司提供的车辆停场信息，本场站计划停放74台公交车，充电桩可供74台纯电动公交车夜间进行充电，白天补电车辆数33台。本工程静态总投资为452.66万元，平均投资2.35元/W（含雨棚、照明和监控）。

（4）南沙新垦公交充电项目

广州南沙新垦公交充电项目计划安装1 600 kV·A箱式变压器1台，新安装4台240 kW充电桩（1桩2枪）；2台120 kW充电桩（1桩2枪），总计1 200 kW。根据公交公司提供的车辆停场信息，本场站计划停放32台公交车，充电桩可供32台纯电动公交车夜间进行充电，白天补电车辆数38台。本工程静态总投资为306万元，平均投资2.55元/W（含雨棚、照明和监控）。

（5）南沙万顷沙公交充电项目

广州南沙新垦公交充电项目计划安装630 kV·A箱式变压器1台，新安装新建360 kW充电堆1个，新建240 kW充电桩1个；总计600 kW。根据公交公司提供的车辆停场信息，本场站计划停放8台公交车，白天补电车辆数37台。本工程静态总投资为149万元，平均投资2.48元/W（含雨棚、照明和监控）。

（6）南沙凯德新月公交充电项目

广州南沙凯德新玥公交充电项计划安装630 kV·A箱式变压器1台，新安装落地式直流充电桩（240 kW）2台，总计480 kW。根据公交公司提供的车辆停场信息，本场站计划白天补电车辆数45台。本工程静态总投资为155万元，平均投资3.23元/W（含雨棚、照明和监控）。

3. 项目运营中存在的问题与解决方法

（1）存在的问题分析

本批公交站场充电桩项目（黄阁、蕉门、南沙客运站、万顷沙、凯德新玥及新垦公交站场）为我司承接设计的工程，并于2020年3月底已全部完工并送电，按计划开展每车1.5 h、每晚充电时段3台车的充电运营工作，根据各站场人员反馈，本次投运的站场中，自6月起，发现低压开关频繁跳闸现象，经核实，跳闸均出现在充电桩连续充电2 h后。

原设计过程中，将原有充电桩接入容量直接计算，计算过程为（以单台240 kW直流充电桩为例）

$$I_{计算}=\frac{P_{额}}{0.4\times\sqrt{3}\cos\phi}=\frac{240}{0.4\times\sqrt{3}\times0.98}=353.5\ \text{A}$$

根据以上计算结果，依据GB50054—2011《低压配电设计规范》规范6.3.3，过负荷保护电器的动作特性应符合下式的要求

$$I_g\leqslant I_N\leqslant I_Z$$

式中，I_B是回路计算电流；I_N是熔断器熔体额定电流或断路器额定电流或整定电流；I_Z是导体允许持续载流量。

结合热磁开关型号，应选用400 A的低压出线开关，配套选用ZRYJV22-0.6/1 kV-4×240+1×120 mm^2（载流量为408 A）型号低压电缆连接。

由此发现，原提供设备功率为输出功率，根据厂家新提供设备数据，新计算方法为

$$S_{额}=\frac{P_{额}}{\eta\cos\phi}$$

式中，$P_{额}$是单台充电桩额定输出功率，也就是充电桩铭牌上的额定功率；$S_{额}$是单台充电桩的额定输入功率；cos ϕ是功率因数，一般取0.98；η是充电桩效率，一般取0.95。

使用新计算方法，计算过程为（以单台240 kW直流充电桩为例）

$$I_{计算}=\frac{S_{额}}{0.4\times\sqrt{3}}=\frac{\frac{P_{额}}{\eta\cos\phi}}{0.4\times\sqrt{3}}=\frac{\frac{240}{0.95\times0.98}}{0.4\times\sqrt{3}}=372.08\ \text{A}$$

根据新计算结果，计算电流为372.08 A，原设备配置也满足使用。但考虑充电设备处于长时间不间歇运行及户外配电箱通风散热性不足等问题，导致设备发热超过设备正常运行温度40°，根据开关特性出现降容现象。当温度上升导致降容超过10%时，设备保护动作。

若满功率持续运行，低压开关推荐选择$I_n\geqslant$450 A，同时考虑到$I_g\leqslant I_N\leqslant I_Z$，电缆也需要同步更换，应选用2根ZRC-YJV22-0.4/1kV-4×185 mm^2+1×95 mm^{2}型号低压电缆。由于6个公交站场充电桩项目已于2020年3月底完工送电，重新更换低压开关及低压电缆施工难度较大且成本费用过高，暂不建议全部更换。但低压开关跳闸已经影响到公交车的充电，需对已有的公交站场进行整改。

（2）解决方法

结合经济性考虑，推荐措施为：

1）在不影响每晚3台车充电的情况下，降低充电桩的输出功率。

2）配电箱安装风冷装置，使低压出线开关不会出现降容现象。

新能源汽车充电设施项目设计中的注意事项

新能源汽车充电设施项目属于商业电气设施，安装结束之后需要考虑其在向新能源汽车充电的过程中，可能会产生的谐波问题。此问题会妨碍与损害充电设施的正常运行。同时，还应做好用户所用电能的计量，优化充电设施设计，制定科学、合理的电量收费方式，可推动新能源充电设施，甚至新能源制造业的发展，实现市场化、商业化和可持续发展。

建议在充电设施设计中，还需注意以下几点。

1. 合理选择电缆和开关

充电设施的电缆型号有两种：一种是B系列，有BV电线、BVV电线、BVVB电线和BVB电线，这几种电线都是硬线；另外一种是RV电线、RVV电线和RVVP电线，这种电线是由多股铜丝组成，都是多股软线，一般统称为软线。根据电路学的截流量，1 m^2的纯铜电线可以承受6.5 A的电流，而单向用电器1 kW是4.5 A的电流，据此推算，10 m^2的电线能承受的容量为65 A÷4.5 A=14.4 kW，也就是说，10 m^2的铜线可以承受一台双枪的交流汽车充电桩充电。单枪的汽车充电桩的进线建议使用6 m^2及以上。在汽车充电设施布线施工时，一定要选择“4+1”线缆，为了保障负载平衡，“4+1”的电缆零线比“3+2”的零线要粗，能够保障系统的最大工作负载。另外，开关的选择应结合充电设施的建设情况以及充电需求，选择适宜的开关。

2. 谐波问题

谐波是新能源汽车充电设施最为常见的问题，会引起以下状况：

①导致充电设施内部电力计量仪表无法正常、稳定的运转。随着共振谐波的不断升高，会对仪表产生更强的影响。

②影响配电系统的智能监控效果。

③谐波引起的温度变化会导致配电开关出现故障。

为了能够避免出现以上问题，设计新能源汽车充电设施项目的过程中，需要在配电设备中设置滤波器等相关装置，一般将其安装在低压母线的另一面，并进行集中设计。通常状况下，谐波是因为充电设施整流器引起的，所以可通过改变整流脉动次数的方式降低谐波。另外，开展电气设计工作时，需运用屏蔽法分别设计电力线路和通信电路，进而实现对电力监控与配电系统的高效运用。

3. 电能计量准确度问题

新能源汽车充电设施的电能计量应满足现代化智能发展需求。当前，大部分新能源充电设施均涉及电能计量仪表，还拥有人机交互功能，用户只需结合智能系统界面开展相关的操作，就能够实现充电需求。新能源汽车仍然需要运用智能监控装置，以便于精准监控汽车电力需求的电能。还可以保护配电监控系统，确保配电系统稳定的运行。新能源汽车充电设施自身所附带的计量仪表应满足不同类型的收费标准，还需要可以和主机直接连接的接口，将汽车充电的数据迅速地传输到相应的数据库当中。

结束语

新能源汽车应与充电设施进行同步建设，才能满足使用与发展需求。新能源充电桩成为我国未来基础设施的重点，旨在贯彻落实低碳环保的发展战略。虽然新能源汽车充电桩行业前景可观，但建设道路并非一帆风顺，需对充电设施项目进行合理设计，并不断提高设计水平，促进新能源汽车的发展。**EA**

（收稿日期：2021-12-20）